

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

067233 #2
Priority Doc
S. Davis
1/11/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年11月22日

出願番号
Application Number:

特願2000-356514

出願人
Applicant(s):

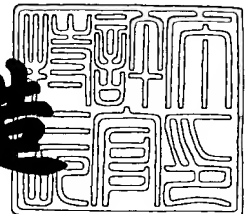
株式会社アイ・エイチ・アイ・エアロスペース

JC821 U.S. PRO
09/988365
11/19/01

2001年 9月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3085448

【書類名】 特許願

【整理番号】 IA00-010

【提出日】 平成12年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01J 1/00

【発明の名称】 赤外線検出素子

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 株式会社
アイ・エイチ・アイ・エアロスペース 内

【氏名】 森 田 信 一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 株式会社
アイ・エイチ・アイ・エアロスペース 内

【氏名】 柴 田 奈 巳

【特許出願人】

【識別番号】 500302552

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目2番1号

【氏名又は名称】 株式会社 アイ・エイチ・アイ・エアロスペース

【代理人】

【識別番号】 100077610

【住所又は居所】 東京都中央区銀座二丁目14番5号 第27中央ビル
6階

【弁理士】

【氏名又は名称】 小 塩 豊

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003137

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 赤外線検出素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン製基板から空洞を介して、熱的絶縁材料から成る熱分離構造のダイアフラムを設けると共に、ダイアフラム上に赤外線検出部が形成され、赤外線検出部の上に層間絶縁層を介して熱吸収領域が形成されている赤外線検出素子において、熱吸収領域に空洞形成のためのエッチング用開口孔を有することを特徴とする赤外線検出素子。

【請求項 2】 熱吸収領域に複数のエッチング用開口孔を有することを特徴とする請求項 1 に記載の赤外線検出素子。

【請求項 3】 熱吸収領域に複数のエッチング用開口孔を等間隔で有することを特徴とする請求項 2 に記載の赤外線検出素子。

【請求項 4】 熱吸収領域以外のダイアフラム上に複数のエッチング用開口孔を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の赤外線検出素子。

【請求項 5】 赤外線検出素子がサーモパイル型赤外線検出素子であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の赤外線検出素子。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、赤外線検出素子に関するものである。

【 0 0 0 2 】

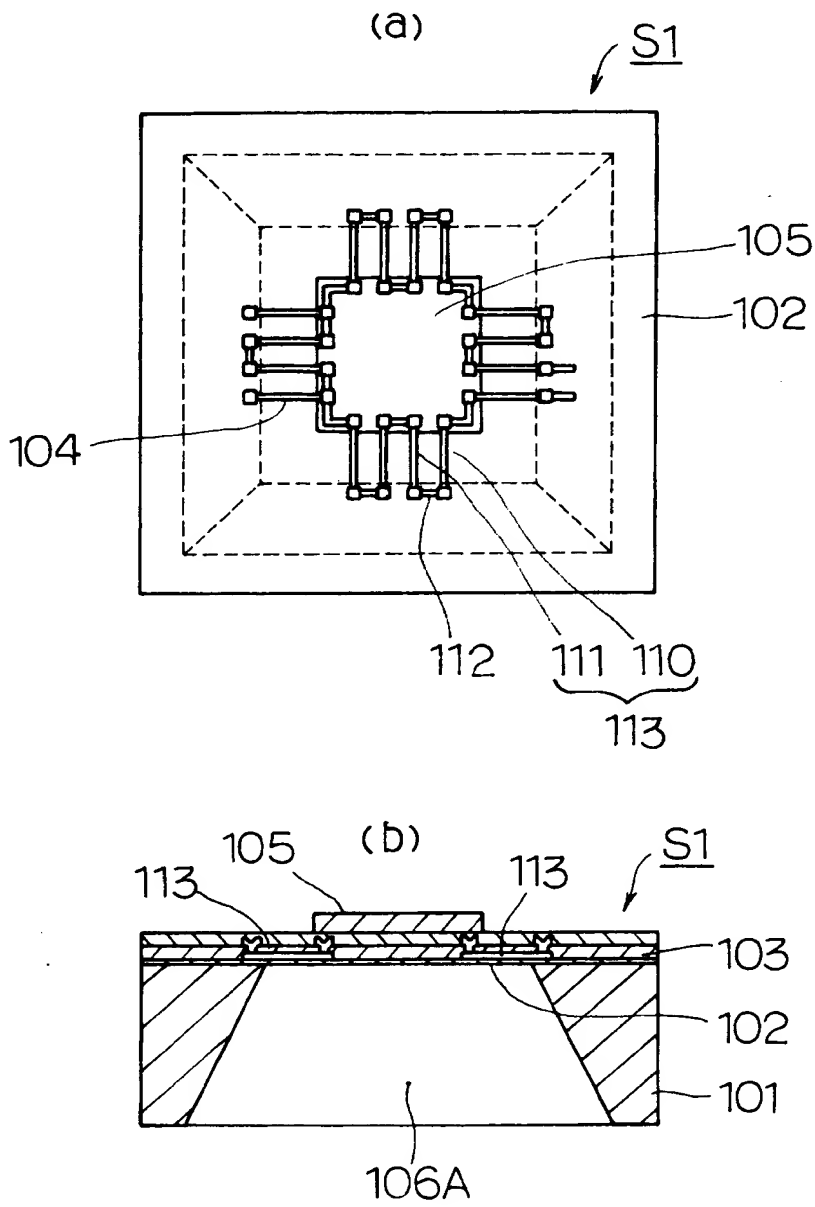
【従来の技術】

一般に、赤外線検出素子には、サーモパイル型、焦電型およびボロメータ型がある。例えば、サーモパイル型赤外線検出素子としては、図 2 および図 3 に示すようなものがある。

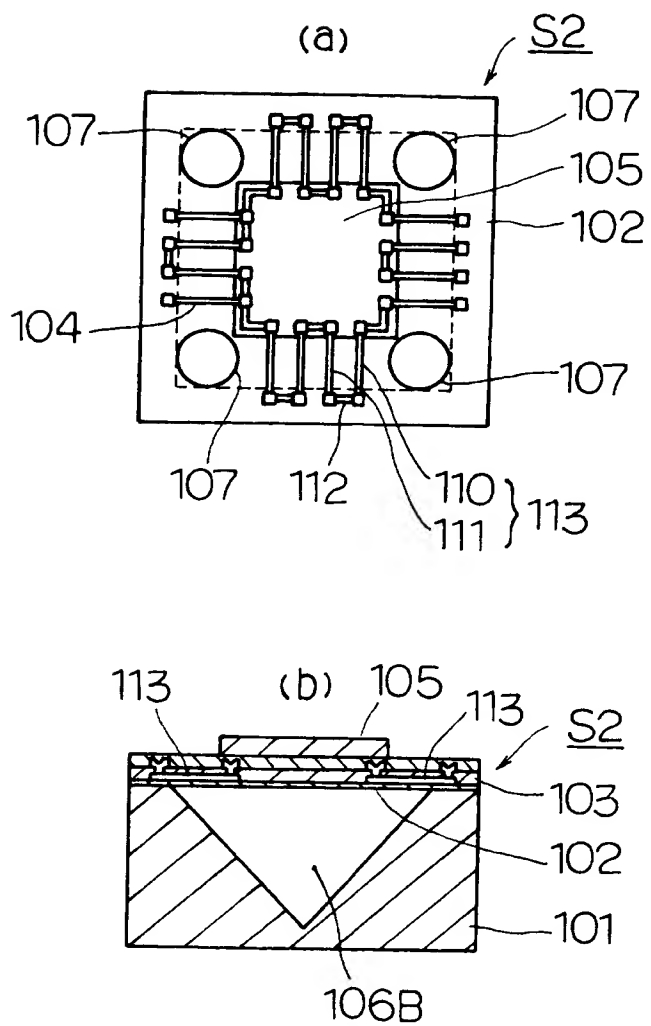
【 0 0 0 3 】

図 2 および図 3 に示すサーモパイル型赤外線検出素子 S 1 , S 2 は、シリコン (S i) 製基板 1 0 1 の上面に、ダイアフラム 1 0 2 を設けると共に、ダイアフ

【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来のサーモパイル型赤外線検出素子は、冷接点と温接点とを熱分離する空洞の形成に制約があることから、大面積化することが困難であった。

【解決手段】 シリコン製基板 1 から空洞 7 を介して、熱的絶縁材料から成る熱分離構造のダイアフラム 2 を設けると共に、ダイアフラム 2 上に赤外線検出部である熱電対 4 が形成され、熱電対 4 の上に層間絶縁層 3 a, 3 b を介して熱吸収領域 5 が形成されている赤外線検出素子において、熱吸収領域 5 に空洞形成のためのエッチング用開口孔 9 を有する構成とし、熱吸収領域 5 の大きさに左右されることなく空洞 7 を短時間で形成するとともに構造強度を確保し、大面積で高出力の赤外線検出素子 S とした。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500302552]

1. 変更年月日 2000年 6月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町二丁目2番1号

氏 名 株式会社アイ・エイチ・アイ・エアロスペース

ラム 1 0 2 の上面に、p 型ポリシリコン 1 1 0 と n 型ポリシリコン 1 1 1 とをアルミニウム (A 1) 配線 1 1 2 で交互に接続して、一对の熱電対 1 1 3 を構成している。この熱電対 1 1 3 は、基板 1 0 1 側を冷接点とし且つ熱吸収領域 1 0 5 側を温接点とした状態で並列に配置してあると共に、複数電氣的に直列に連結してサーモパイルを形成している。そして、サーモパイルを配置したダイアフラム 1 0 2 上に、層間絶縁層 1 0 3 を介して熱吸収領域 1 0 5 を設けた構成になっている。このとき、熱吸収領域 1 0 5 は、素子の中央に配置してある。ここで、赤外線検出素子 S 1, S 2 の熱起電圧は、熱吸収領域 1 0 5 と基板 1 0 1 の間の温度差によって決まる。この温度差は、熱吸収領域 1 0 5 の端から基板 1 0 1 の空洞 1 0 6 A, 1 0 6 B の端までの熱抵抗の大きさに依存する。

【 0 0 0 4 】

基板 1 0 1 に形成した空洞 1 0 6 A, 1 0 6 B は、熱電対 1 1 3 の冷接点側と温接点側とを熱的に分離するためのものである。図 2 に示す赤外線検出素子 S 1 では、基板 1 0 1 の裏面側からシリコンの異方性エッチングを行うことにより、素子の外周側を枠状に残した状態にして空洞 1 0 6 A を形成しており、他方、図 3 に示す赤外線検出素子 S 2 では、ダイアフラム 1 0 2 の四隅にエッチング用開口孔 1 0 7 を形成したうえで、シリコンの異方性エッチングを行うことにより、ダイアフラム 1 0 2 下で基板 1 0 1 の上側に開口する四角錐形の空洞 1 0 6 B を形成していた。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記したような従来の赤外線検出素子 S 1, S 2 において、素子の外周を枠状に残して空洞 1 0 6 A を形成するもの (図 2) では、基板 1 0 1 中の必要以上の体積をエッチングしなければならないので、その作業時間すなわちエッチング液にさらされる時間が長くなり、これにより層間絶縁層 1 0 3 等の保護被膜がダメージを受けることになる。また、当該素子の出力を高めるためには、熱吸収エネルギーを大きくすること、すなわち大面積化を図ることが必要となる。しかし、大面積の素子の構造強度をダイアフラム 1 0 2 のみで支えることは難しい。このため、ダイアフラム 1 0 2 の厚さを増すことや、各層の応力を緩和する

手段などを用いて素子を作製することが試みられたが、これらの手段を用いても素子の構造強度を十分に確保するのは困難であり、また、ダイアフラム 1 0 2 の厚さを増すと、素子の感度が低下するという問題もあった。

【 0 0 0 6 】

さらに、ダイアフラム 1 0 2 の四隅にエッチング用開口孔 1 0 7 を形成して空洞 1 0 6 B を形成するもの（図 3）では、シリコン製基板 1 0 1 の上面のほんの一部をエッチング除去するため、素子の構造強度の大半を基板 1 0 1 で支えることが可能であり、素子の構造強度の面では問題が少ないが、エッチング用開口孔 1 0 7 の大きさが制限されると共に、そのエッチング用開口孔 1 0 7 間の距離が基板 1 0 1 の厚さにより制限され、エッチング用開口孔 1 0 7 の位置が基板 1 0 1 の外周寄りに制限されることから、基板 1 0 1 の厚さより大きい寸法の素子には適用することが難しく、熱吸収エネルギーを大きくする高出力素子の実現が困難であった。

【 0 0 0 7 】

すなわち、従来の赤外線検出素子 S 1，S 2 では、出力を高めるために大面積化を図ることが困難であるという問題点があり、このような問題点を解決することが課題であった。

【 0 0 0 8 】

【発明の目的】

本発明は、上記従来の課題に着目して成されたもので、大面積で高出力の赤外線検出素子を提供することを目的としている。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係わる赤外線検出素子は、請求項 1 として、シリコン製基板から空洞を介して、熱的絶縁材料から成る熱分離構造のダイアフラムを設けると共に、ダイアフラム上に赤外線検出部が形成され、赤外線検出部の上に層間絶縁層を介して熱吸収領域が形成されている赤外線検出素子において、熱吸収領域に空洞形成のためのエッチング用開口孔を有する構成とし、請求項 2 として、熱吸収領域に複数のエッチング用開口孔を有する構成とし、請求項 3 として、熱吸収領域に複

数のエッチング用開口孔を等間隔で有する構成とし、請求項 4 として、熱吸収領域以外のダイアフラム上に複数のエッチング用開口孔を有する構成とし、請求項 5 として、赤外線検出素子がサーモパイル型赤外線検出素子である構成としており、上記構成をもって従来の課題を解決するための手段としている。

【 0 0 1 0 】

なお、上記構成において、熱吸収領域にエッチング用開口孔を形成する場合、1 個であれば、熱吸収領域の中央にエッチング用開口孔を形成するのが良く、当該素子の製造においては、エッチング用開口孔を通してシリコン製基板の異方性エッチングを行うことで基板に空洞を形成し、エッチングの時間により空洞の深さを制御する。また、熱吸収領域に複数のエッチング用開口孔を等間隔で有する構成においては、例えば、形成しようとする空洞の大きさとそのエッチング時間に応じて、エッチング用開口孔の大きさや間隔を適宜設定すれば良い。ここで、複数のエッチング用開口孔は、等間隔にすることでエッチングを最適にし得ることとなるが、設定するエッチング時間に余裕があれば、必ずしも等間隔にする必要はない。さらに、基板上にダイアフラムを設けた構成においては、基板とダイアフラムとの間に例えばポリマーまたはポリシリコンから成る犠牲層を適宜の厚さに設けることが可能であり、当該素子の製造においては、犠牲層に等方性エッチングを施した後、シリコン製基板に異方性エッチングを施して空洞を形成することができる。

【 0 0 1 1 】

【発明の効果】

本発明の請求項 1 に係わる赤外線検出素子によれば、赤外線検出素子において、熱吸収領域にエッチング用開口孔を設けたことから、このエッチング用開口孔を通してシリコン製基板に異方性エッチングを施し、基板に熱吸収領域側に開口する概略凹状の空洞を形成し得ることとなり、基板の厚さよりも寸法の大きい大面積の赤外線検出素子を作成することが可能となり、熱吸収領域の大きさに左右されることなくサーモパイルの冷接点と温接点とを熱的に分離するための基板の空洞を短時間で形成することができると共に、エッチングの時間の短縮化に伴って層間絶縁層等の保護被膜にダメージを与える恐れを解消することができる。ま

た、基板の底部を残して空洞が形成されるので、基板により十分な構造強度を確保することができ、これに伴ってダイアフラムの厚さを薄いものとするので、赤外線検出の感度を高めることができる。そして、熱吸収領域を大きく確保して入射される赤外線エネルギーを増大させることができるので、大面積で高出力の赤外線検出素子を実現することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 2 に係わる赤外線検出素子によれば、請求項 1 と同様の効果を得ることができるうえに、シリコン製基板の厚さよりも大きい寸法、例えば $1 \times 1 \text{ mm}$ 以上の大面積で高出力の赤外線検出素子を実現することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の請求項 3 に係わる赤外線検出素子によれば、請求項 2 と同様の効果を得ることができるうえに、等間隔で複数のエッチング用開口孔を有することから、その製造において空洞の形状的分布を均一にすることができると共に、エッチング用開口孔の大きさや間隔、エッチング時間を設定することで空洞の大きさを自在に最適化することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の請求項 4 に係わる赤外線検出素子によれば、請求項 1 ～ 3 と同様の効果を得ることができるうえに、基板の上面にダイアフラムを介してサーモパイルを配置すると共に、熱吸収領域以外のダイアフラム上にもエッチング用開口孔を設けることにより、サーモパイルの冷接点と温接点との距離を長くすることができると共に、その構造上において、ダイアフラムに形成したエッチング用開口孔によって熱吸収領域から基板側への熱の逃げる領域をせまくすることができ、赤外線検出素子の感度を高めることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 5 に係わる赤外線検出素子によれば、請求項 1 ～ 4 と同様の効果を得ることができるうえに、当該赤外線検出素子がサーモパイル型赤外線検出素子であって、p 型ポリシリコンと n 型ポリシリコンの熱電対を用いるため、C M O S プロセスと両立でき、シリコン製基板内に大面積のサーモパイル型赤外線検出部と回路部を構成することができる。これにより、シリコンチップ上に回路

と赤外線検出部の両機能が搭載され、1チップ化の赤外線検出素子を利用するシステムへの適用が可能となり、赤外線検出素子を利用するシステムの小型・軽量化が可能になる。また、シリコンのバジ処理により、回路ボードも含めた価格の低減化も可能である。

【0016】

【実施例】

図1に示す赤外線検出素子Sは、一実施例として挙げたサーモパイル型赤外線検出素子であり、シリコン(Si)製基板1の上面に、熱的絶縁材料から成る熱分離構造のダイアフラムとして、窒化珪素(Si_3N_4)から成るダイアフラム2を設けると共に、ダイアフラム2の上面に、複数の層間絶縁層3a, 3bとともに赤外線検出部として従来既知の多数の熱電対4を配置し、最上の層間絶縁層3aの上面に、赤外線吸収材料を形成して熱吸収領域(熱吸収膜)5を形成した構成になっている。なお、赤外線吸収材料として金黒を用いる場合には、最上の層間絶縁層3a, 3bの上に、アモルファス・シリコンなどの金黒との相互拡散性の良い材料の層を配置しても良い。このとき、熱吸収領域5は、素子の中央に配置してあり、多数の熱電対4は、基板1側を冷接点4aとし且つ熱吸収領域1側を温接点4bとした状態で並列に配置してあると共に、複数電氣的に直列に連結してある。また、この実施例では、基板1とダイアフラム2との間に、ポリマーまたはポリシリコンから成る犠牲層6を介装してエッチングを容易にしている。

【0017】

基板1のダイアフラム2下には、熱吸収領域5側(上側)に開口して熱電対4の冷接点4a側と温接点4b側とを熱的に分離するための概略凹状の空洞7が形成してある。熱吸収領域5は、当該素子Sの中央に配置され、熱電対の温接点4bにかぶさるように形成されている。多数の熱電対4は、ダイアフラム2上に配置してあるが、素子Sの外周部と熱吸収領域5との間に掛け渡された状態となり、空洞7によって冷接点4a側と温接点4b側とが熱的に分離されている。

【0018】

上記の赤外線検出素子Sを製造するには、ダイアフラム2の四隅に、例えば熱

電対 4 の両接点 4 a, 4 b 間の距離程度の直径を有する比較的大きいエッチング用開口孔 8 を形成すると共に、熱吸収領域 5 に、その表面から層間絶縁層 3 a, 3 b およびダイアフラム 2 を通して基板 1 に至る多数のエッチング用開口孔 9 を等間隔で形成し、さらに、ダイアフラム 2 に、熱吸収領域 5 以外の部分に適数のエッチング用開口孔 9 を形成する。これらのエッチング用開口孔 8, 9 は、ドライエッチングやプラズマ加工などにより形成することができる。また、熱吸収領域 5 におけるエッチング用開口孔 9 の総面積は、熱吸収領域 5 の面積に比べて非常に小さく、熱吸収領域 5 の熱吸収作用への影響はきわめて小さい。

【 0 0 1 9 】

熱吸収領域 5 およびそれ以外のダイアフラム 2 上に形成したエッチング用開口孔 9 は、形成しようとする空洞 7 の深さとそのエッチング時間に応じて大きさや間隔が設定される。より具体的には、例えば、エッチング用開口孔 9 の直径が $20\mu\text{m}$ で、間隔が $200\mu\text{m}$ 前後としたとき、ダイアフラム 2 の直下が空洞 7 となった時点で空洞 7 の深さは $140\mu\text{m}$ になる。これは、犠牲層 6 のエッチングレートが $2\mu\text{m}/\text{min}$ のとき、約 60 分実施した場合である。

【 0 0 2 0 】

そして、この実施例の赤外線検出素子は、その製造において、上記の如くエッチング用開口孔 8, 9 を形成したのち、エッチング用開口孔 8, 9 からエッチング液を流入させることにより犠牲層 6 に等方性エッチングを行う。

【 0 0 2 1 】

次に、同じくエッチング用開口孔 8, 9 からエッチング液を流入させることにより、シリコン製基板 1 の結晶方位に添った異方性エッチングを行う。上記の等方性エッチングと異方性エッチングは同時に進行される。このとき、犠牲層 6 により、基板 1 の素子外周側への異方性エッチングの進行を阻止している。したがって、空洞 7 が必要以上に広がることは無い。

【 0 0 2 2 】

そして、予め設定したエッチング時間が経過したところで、エッチング液を排出することにより、図 1 (b) に示すように、上側に開口して底部が凹凸を成す空洞 7 が形成される。

【 0 0 2 3 】

このように、上記実施例の赤外線検出素子では、ダイアフラム 2 の四隅に形成したエッチング用開口孔 8 に加えて、熱吸収領域 5 およびそれ以外のダイアフラム 2 上に形成したエッチング用開口孔 9 を通してシリコン製基板 1 に異方性エッチングを施すことにより、熱吸収領域 5 の大きさに左右されることなく熱電対 4 の冷接点 4 a と温接点 4 b とを熱的に分離するための空洞 7 が短時間で形成されることとなり、エッチングの時間が短縮されるので、ダイアフラム 2 や層間絶縁層 3 a, 3 b といった保護被膜にダメージを与えることもなく、また、基板 1 の底部を残して空洞 7 を形成するので構造強度も充分なものとなり、大面積の素子 S であっても、ダイアフラム 2 が撓んで空洞 7 の底部に接触するスティッキング現象を生じることもない。さらに、熱吸収領域 5 に複数のエッチング用開口孔 9 を等間隔で形成したので、空洞 7 の底部の凹凸形状の分布が均一なものとなり、構造強度の確保にも寄与し得る。これにより、例えば $1 \times 1 \text{ mm}$ 以上の大面積で高出力の赤外線検出素子 S を実現することができる。

【 0 0 2 4 】

また、赤外線検出素子 S は、製造後の構造的特徴としては、ダイアフラム 2 上の熱吸収領域 5 以外にエッチング用開口孔 9 を形成したので、空洞 7 の大きさが熱電対 4 の冷接点 4 a と温接点 4 b とを熱的に分離し得る充分な大きさになると共に、ダイアフラム 2 において、熱吸収領域 5 から基板 1 側への熱の逃げを減少させ、冷接点 4 a と温接点 4 b との距離を長くすることができ、赤外線検出素子 S の感度を向上させることができる。

【 0 0 2 5 】

なお、本発明に係わる赤外線検出素子は、その詳細な構成が上記実施例のみに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の赤外線検出素子の一実施例を説明する平面図 (a) および断面図 (b) である。

【図 2】

従来における赤外線検出素子の一例を説明する平面図（a）および断面図（b）である。

【図 3】

従来における赤外線検出素子の他の例を説明する平面図（a）および断面図（b）である。

【符号の説明】

S	赤外線検出素子
1	基板
2	ダイアフラム
3 a 3 b	層間絶縁層
4	熱電対（赤外線検出部）
4 a	冷接点
4 b	温接点
5	熱吸収領域
9	エッチング用開口孔

【書類名】 図面

【図 1】

